

УДК 338.24:378.6

**О.К. Денисова**

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ  
ДЛЯ РАНЖИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ  
(НА ПРИМЕРЕ ВУЗА)**

**O.K. Denisova**

**APPLICATION OF THE HIERARCHY ANALYSIS TECHNIQUE  
FOR RANKING BUSINESS PROCESSES  
(ON THE EXAMPLE OF HIGH SCHOOL)**

---

Рассмотрен алгоритмический подход метода анализа иерархий для ранжирования бизнес-процессов вуза. Поэтапное применение данной методики иллюстрируется на примере сравнительной оценки бизнес-функций образовательного бизнес-процесса, что позволяет повысить степень обоснованности принятия решений при их оценке, анализе и отборе.

БИЗНЕС-ПРОЦЕСС. БИЗНЕС-ФУНКЦИЯ. ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ. МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ. РЕШЕНИЕ.

The article describes an algorithm approach of the hierarchy analysis technique to rank the business processes of high school. Step-by-step application of this technique is illustrated by the comparative assessment of business functions of the educational business process, thus enhancing the degree of validity of decision-making in their evaluation, analysis and selection.

BUSINESS PROCESS. BUSINESS FUNCTION. HIGHER EDUCATION INSTITUTION. THE HIERARCHY ANALYSIS TECHNIQUE. DECISION.

---

Многоаспектный процесс реформирования экономики затрагивает все сферы социально-экономической жизни общества, в том числе и сферу образования.

Современные глобальные изменения в мире показывают, что сфера высшего образования оценивается как средство поддержания конкурентоспособности и лидирующего положения на мировых рынках, как один из гарантов национальной безопасности. Будущее состояние и развитие цивилизации зависит от того, какими знаниями, качествами и способностями будет обладать человек, получающий образование сегодня. Высокие темпы социально-экономического развития невозможны без высокого уровня эффективности управления в высшей школе.

В последнее десятилетие актуальными становятся вопросы внедрения процессного подхода в вузах, который включает в себя не только описание деятельности вуза как сети

взаимосвязанных бизнес-процессов, но и их постоянный контроль, управление и совершенствование.

Отдельные аспекты основных принципов и методики внедрения процессного подхода исследованы в научных трудах Т. Давенпорта [1], В.В. Репина, [2], Н.Н. Караулова [3], С.Я. Ременника [4], Е.В. Шельмина [5] и др.

В любом вузе одновременно функционирует большое количество бизнес-процессов, различающихся как по своему назначению, так и по основным характеристикам. Под бизнес-процессом в вузе понимается специфически упорядоченная совокупность бизнес-функций во времени и пространстве, направленная на создание желаемого результата и достижение главной цели вуза путем преобразования входов в выходы, имеющих ценность для потребителя.

В иерархии процессного подхода наблюдается вложенность различного уровня про-

цессов в схему управления: бизнес-процессы → бизнес-функции → бизнес-операции.

Согласно такой структуре в качестве модели бизнес-процесса на основе работы [6] сформирован следующий набор:

$$BP = \{BF, OW, R, OT_o^t\}, \quad (1)$$

где  $BF = \{f_l\}$  – множество бизнес-функций  $f_l, l = 1, \dots, L$ ;  $OW = \{w_h\}$  – множество владельцев бизнес-функций или исполнителей  $h = 1, \dots, H$ ;  $R = \{r_k\}$  – множество ресурсов, участвующих в бизнес-процессе,  $k = 1, \dots, K$ ;  $OT_o^t$  – принадлежность бизнес-процесса к плоскости управления ( $o = 1, \dots, O$ ) и типу бизнес-процесса ( $t = 1, \dots, T$ ) (основной, обеспечивающий, управления).

Для анализа количественных характеристик, выполняемых бизнес-процессом, необходимо декомпозировать бизнес-процесс до уровня бизнес-функции.

Бизнес-функция  $f_l$  представлена в виде последовательности выполняемых бизнес-операций:

$$f_l = \{BO_n^l\}, \quad (2)$$

где  $n = 1, \dots, N$ .

Каждая бизнес-функция состоит из множества бизнес-операций, которые имеют естественный порядок следования.

В качестве модели бизнес-операции определен следующий набор:

$$BO_n^l = \{P_{nj}^l, t, OW_n^l\}, \quad (3)$$

где  $P_{nj}^l = \{p_{nj}\}, j = 1, \dots, J$  – множество показателей бизнес-операции, которые подвергаются управлению в течение наблюдаемого периода  $t$  владельцем бизнес-операции;  $OW_n^l = \{w_q\}$  – множество владельцев бизнес-операции, или исполнителей,  $q = 1, \dots, Q$ .

С развитием и применением процессного подхода в вузах становятся приоритетными вопросы, связанные с оценкой бизнес-процессов, базирующейся на результатах деятельности вуза, представляющих собой количественное выражение результатов на выходе определенных бизнес-процессов.

Результативность является важным аспектом при управлении и совершенствовании бизнес-процессов вуза и представляет собой степень достижения целей бизнес-процесса и удовлетворенности внутренних и внешних потребителей.

Для оценки степени достижения цели выбирают множество показателей, каждый из которых характеризует различные стороны деятельности вуза и имеет свою единицу измерения от % до единичного представления измерения – балл, м<sup>2</sup>, тыс. т/г. и т. д. Чтобы соизмерить результаты, по каждому показателю осуществляется переход к однонаправленной единице измерения и проводится их нормализация путем сведения диапазона изменения значений к безразмерной относительной величине – долям или процентам.

В соответствии с иерархической структурой представления процессного управления степень достижения поставленных целей рассматривается на уровне системы управления, бизнес-процессов, бизнес-функций, бизнес-операций.

Например, бизнес-процесс описывается не одним индексом достижения цели, а группой в рамках соответствующих бизнес-функций данного бизнес-процесса. Для расчета индекса степени достижения цели использован метод комплексной оценки. Суть метода состоит в агрегировании (свертке) оценок индекса достижения каждой бизнес-функции в единую оценку, наглядно характеризующую работу бизнес-процесса [7]. Интегральный показатель совокупности различных индексов учитывает степень влияния отдельных индексов бизнес-функций на итоговую оценку результативности бизнес-процесса.

Вид синтезирующей функции выбран в форме линейной свертки:

$$ID = \sum_{i=1}^l w_i ID_i = w_1 ID_1 + w_2 ID_2 + \dots + \dots + w_l ID_l, \quad (4)$$

где  $ID_1, ID_2, ID_l$  – интегральный индекс достижения каждой бизнес-функции;  $w_1, w_2, w_l$  – весовой коэффициент каждого интегрального индекса бизнес-функции, уста-

навливаемый после коллегиального обсуждения заинтересованных сторон с учетом приоритетов;  $w_i$  — принимается от 0 до 1, а сумма всех весов, определенных для результативности бизнес-процесса, должна равняться единице.

В качестве инструмента расстановки приоритетов весового коэффициента каждого интегрального индекса бизнес-функции ( $w$ ) для целей исследования выбран метод анализа иерархии (МАИ), разработанный Т. Саати и К. Керном [8] в 70-х гг. XX в., который является вполне эффективным для решения многокритериальных задач с иерархическими структурами. Метод состоит в декомпозиции проблемы на все более простые составные части и дальнейшей последовательности суждений лица, принимающего решение по парным сравнениям. Эти суждения затем выражаются методом матричной алгебры и экспертным путем формируются конечные оценки [11].

В процессе осуществления процедур МАИ должны быть соблюдены следующие этапы:

I. Структуризация задачи в виде иерархической модели с несколькими уровнями:

глобальный критерий — промежуточные критерии — альтернативы.

II. В соответствии со структурой иерархической модели составляется алгоритм решения поставленной задачи.

III. Задаются матрицы попарных сравнений промежуточных критериев и альтернатив на основе экспертных оценок.

IV. На основе составленного алгоритма количественно оцениваются приоритеты альтернатив относительно критериев промежуточных уровней и, в конечном счете, приоритеты альтернатив относительно глобального критерия.

Содержание и поэтапное применение этой методики иллюстрируется на примере сравнительной оценки бизнес-функций образовательного бизнес-процесса, а также повышения степени обоснованности принятия решений при их оценке, анализе и отборе. Результатом информационного моделирования образовательного бизнес-процесса вуза является структурно-функциональная модель, выполненная в соответствии с требованиями семейства стандартов IDEF0 (рис. 1).

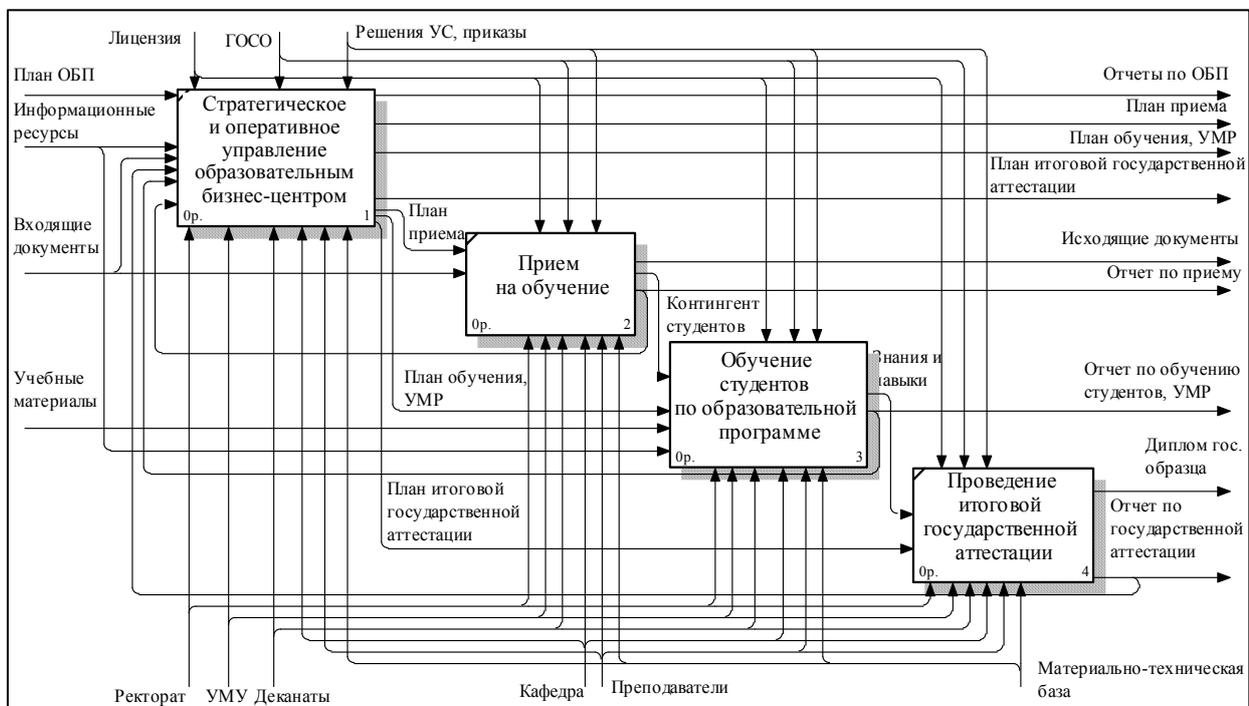


Рис. 1. Декомпозиция образовательного бизнес-процесса

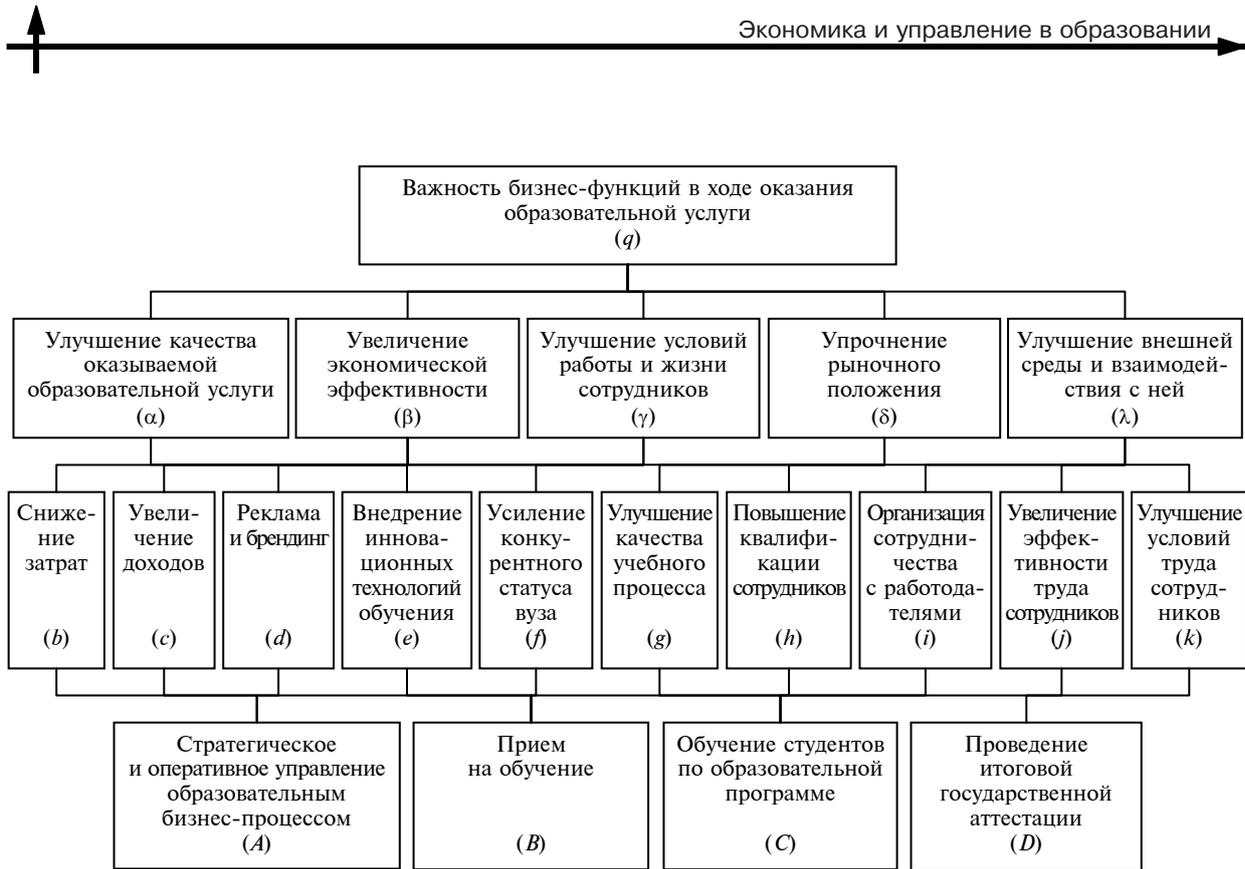


Рис. 2. Схема иерархической модели важности бизнес-функций образовательного бизнес-процесса

I. На основе множества критериев оценки альтернатив нами разработана иерархическая модель, изображенная в виде схемы на рис. 2, которая наглядно отражает иерархию системы критериев, характеризующих важность бизнес-функций образовательного бизнес-процесса. При ее помощи возможно комплексно оценить степень выполнения данными бизнес-функциями задач, стоящих перед структурами, оказывающими образовательную услугу.

В этой модели выделены два иерархических уровня важности критериев по отношению к глобальному критерию и обозначены связи между ними: связи альтернатив с критериями второго уровня, связи критериев второго уровня с критериями первого уровня. Последние замыкаются в глобальный критерий.

В модели используются следующие критерии и альтернативы:

1. Глобальный критерий (важность бизнес-функций в ходе оказания образовательной услуги) –  $q$ .

2. Критерии первого уровня (основные задачи, стоящие перед вузом в рамках оказания образовательной услуги):  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda$ .

3. Критерии второго уровня (основные факторы, способствующие достижению основных задач):  $b, c, d, e, f, g, h, i, k$ .

4. В качестве альтернатив рассматриваются бизнес-функции образовательного бизнес-процесса, выделенные на рис. 2, которые будут оцениваться экспертным путем по степени влияния на эти факторы:  $A$  – стратегическое и оперативное управление образовательным бизнес-процессом;  $B$  – прием на обучение;  $C$  – обучение студентов по образовательной программе;  $D$  – проведение итоговой государственной аттестации.

При этом бизнес-функции, оказывающие наибольшее влияние на перечисленные критерии, по нашему мнению, наиболее важны для обеспечения эффективности образовательного бизнес-процесса вуза.

II. В соответствии со структурой иерархической модели составляется алгоритм решения поставленной задачи.

1) Запись матриц попарных сравнений промежуточных критериев относительно критериев более высокого уровня.

На основе экспертных данных записываются матрицы попарных сравнений критери-

ев  $[E]$  для каждого из уровней иерархии в соответствии с рис. 1. Для проведения субъективных парных сравнений разработана шкала относительной важности (степень значимости действий) [8].

Для критериев первого уровня:

$A_{(\alpha\beta\gamma\delta\lambda)q}$  – матрица попарных сравнений критериев первого уровня  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda$  относительно глобального критерия  $q$ .

Для критериев второго уровня:

$A_{(bcdefghijk)\alpha}; A_{(bcdefghijk)\beta}; A_{(bcdefghijk)\gamma}; A_{(bcdefghijk)\delta}; A_{(bcdefghijk)\lambda}$ .

2) Переход от матриц попарных сравнений промежуточных критериев к векторам приоритетов.

Для каждой матрицы попарных сравнений  $[E]$  вычисляется вектор приоритетов (в качестве векторов приоритетов используются нормированные собственные вектора матриц). Ранжирование элементов, анализируемых с использованием матрицы парных сравнений  $[E]$ , осуществляется на основании нормированных собственных векторов, получаемых в результате обработки матриц [9].

Вычисление нормированного собственного вектора  $W$  положительной квадратной матрицы  $[E]$  проводится на основании равенства

$$EW = \lambda_{\max} W, \quad (5)$$

где  $\lambda_{\max}$  – максимальное собственное значение матрицы  $[E]$ .

Для положительной квадратной матрицы  $[E]$  правый собственный вектор  $W$ , соответствующий максимальному собственному значению  $\lambda_{\max}$ , с точностью до постоянного множителя  $C$  можно вычислить по формуле

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{[E]^k e}{e^T [E]^k e} = CW, \quad (6)$$

где  $e = \{1, 1, 1, \dots, 1\}^T$  – единичный вектор;  $k = 1, 2, 3, \dots$  – показатель степени;  $C$  – константа;  $T$  – знак транспонирования.

Вычисления собственного вектора  $W$  по выражению (2) производятся до достижения заданной точности:

$$e^T |W^{(l)} - W^{(l+1)}| \leq \xi, \quad (7)$$

где  $l$  – номер итерации, такой, что  $l = 1$  соответствует  $k = 1$  и т. д.;  $\xi$  – допустимая погрешность.

С достаточной для практики точностью можно принять  $\xi = 0,01$  независимо от порядка матрицы.

Максимальное собственное значение вычисляется по формуле

$$\lambda_{\max} = e^T [E] W. \quad (8)$$

Для критериев первого уровня:

$A_{(\alpha\beta\gamma\delta\lambda)q} \rightarrow W_{((\alpha\beta\gamma\delta\lambda)q)}$ ,

$W_{(\alpha\beta\gamma\delta\lambda)q}$  – вектор приоритетов критериев первого уровня  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda$  относительно глобального критерия  $q$ .

Для критериев второго уровня:

$W_{(bcdefghijk)\alpha}; W_{(bcdefghijk)\beta}; W_{(bcdefghijk)\gamma}; W_{(bcdefghijk)\delta}; W_{(bcdefghijk)\lambda}$ .

3) Проверка качества матриц попарных сравнений  $[E]$  (расчет индекса согласованности).

Ошибки экспертов при формировании матриц попарных сравнений влияют на степень согласованности этих матриц. Чем больше ошибки, тем хуже согласованность. Учет этого дает возможность проверять качество матриц попарных сравнений с помощью отношения согласованности (ОС). Чем больше ОС, тем больше ошибки.

Однородность суждений оценивается индексом однородности (ИО) или отношением однородности (ОО) в соответствии со следующими выражениями:

$$\text{ИО} = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \quad (9)$$

$$\text{ОО} = \text{ИО} / M(\text{ИО}), \quad (10)$$

где  $M(\text{ИО})$  – среднее значение (математическое ожидание) индекса однородности случайным образом составленной матрицы парных сравнений  $[E]$ , которое основано на экспериментальных данных.

В качестве допустимого используется значение  $\text{ОО} \leq 0,10$ . Если для матрицы парных сравнений отношение однородности  $\text{ОО} \leq 0,10$ , это свидетельствует о существенном нарушении логичности суждений, допущенном экспертом при заполнении матрицы. Поэтому эксперту предлагается пересмотреть данные, использованные для построения матрицы, чтобы улучшить однородность.

III. Проводятся сбор и обработка необходимых для расчетов экспертных данных. Согласно существующим рекомендациям, группа экспертов не должна превышать 20 человек [10]. В экспертном опросе принимали участие четыре доктора наук, четыре кандидата наук и два специалиста с большим стажем работы. Отбор экспертов осуществлялся на основе: компетентности, отсутствия личной заинтересованности в результате экспертизы, креативности (широты познаний), конформизма (отсутствия подверженности конкретному влиянию).

После выбора экспертов им предложено заполнить анкету, в которой содержалась текстовая часть, поясняющая правила экспертизы, квадратные матрицы попарных сравнений в соответствии с представленной иерархической моделью важности бизнес-функций образовательного бизнес-процесса.

Для обработки экспертных данных использовался метод усреднения значений оценок экспертов по каждой из пар сравни-

ваемых критериев, т. е. находилось геометрическое среднее для набора экспертных оценок, относящихся к одной и той же паре критериев, вычисляемое следующим образом:

$$a_{ij}^A = \sqrt[n]{a_{ij}^1 a_{ij}^2 \dots a_{ij}^n}. \quad (11)$$

Пример обработки экспертных данных критериев матрицы попарных сравнений критериев первого уровня относительно глобального критерия представлен в табл. 1.

Математическая модель расчетов по разработанной методике реализована в виде компьютерной программы в среде Microsoft Excel. Это позволяет получать требуемые результаты автоматически при вводе исходных данных, т. е. матриц попарных сравнений.

В результате обработки матриц попарных сравнений определяется множество векторов приоритетов:

$$W^E = \left\{ W_{(E^i_j)}^E \right\}. \quad (12)$$

Таблица 1

Определение наиболее важной задачи в рамках оказания образовательной услуги

Фактор	Улучшение качества оказываемой образовательной услуги	Увеличение экономической эффективности	Улучшение условий работы жизни сотрудников	Упрочнение рыночного положения	Улучшение внешней среды и взаимодействия с ней	Нормированные оценки вектора приоритета	Ранг
Улучшение качества оказываемой образовательной услуги	1	8	7	5	6	0,5979	1
Увеличение экономической эффективности	1/8	1	1/2	1/3	S	0,0543	5
Улучшение условий работы жизни сотрудников	1/7	2	1	S	1	0,0917	4
Упрочнение рыночного положения	1/5	3	2	1	2	0,1613	2
Улучшение внешней среды и взаимодействия с ней	1/6	2	1	0,5	1	0,0946	3
Сумма	1,6345	16,000	11,500	7,3333	10,500		
Отношение согласованности (OC) = 1,75 %							
$L_{max} = 5,078514482$ ИС = 0,01962862							

Таблица 2

**Важность бизнес-функций образовательного бизнес-процесса**

Бизнес-функция	Оценка важности бизнес-функции	Ранг
Стратегическое и оперативное управление образовательным бизнес-процессом	0,2952	1
Прием на обучение	0,2307	3
Обучение студентов по образовательной программе	0,2866	2
Проведение итоговой государственной аттестации	0,1875	4

Полученные значения векторов  $W_{(E^i_j)}^E$  используются впоследствии при определении векторов приоритетов альтернатив относительно всех элементов иерархии.

Общий вид выражения для вычисления векторов приоритетов альтернатив определяется следующим образом:

$$W_{E^i_j}^A = [W_{E_1^{i-1}}^A, W_{E_2^{i-1}}^A, \dots, W_{E_m^{i-1}}^A] W_{E_j^{i-1}}^E, \quad (13)$$

где  $W_{E^i_j}^A$  – вектор приоритетов альтернатив относительно элемента  $E_1^{i-1}$ , определяющий  $j$ -й столбец матрицы;  $W_{E_j^{i-1}}^E$  – вектор приоритетов элементов  $E_1^{i-1}, \dots, E_m^{i-1}$ , связанных с элементом  $E_j^i$  вышележащего уровня иерархии.

**IV.** Производится расчет сравнительной оценки важности бизнес-процессов в ходе оказания образовательной услуги. В качестве апробации разработанной методики произведен расчет сравнительной оценки важности бизнес-функций в ходе оказания образовательных услуг. Сравнительная оценка в этом случае определяется вектором приоритетов альтернатив относительно глобального критерия  $W_{(ABCD)_q}$ . Расчет вектора  $W_{(ABCD)_q}$  проводился поэтапно в соответствии с изложенным выше алгоритмом, а также с использованием проведенных полученных экспертных оценок. По результатам расчета итогового

вектора приоритета можно сделать вывод, что наибольшую важность с точки зрения рассмотренных критериев имеют бизнес-функции стратегическое и оперативное управление образовательным бизнес-процессом и обучение студентов по образовательной программе (табл. 2). Исходя из этого можно сделать вывод: в первую очередь необходимо проводить оптимизацию таких бизнес-функций, которые могут значительно повлиять на эффективность образовательного бизнес-процесса.

Метод анализа иерархий представляет собой достаточно качественную процедуру для нахождения весовых коэффициентов бизнес-процессов, которые используются при расчете интегрального показателя результативности системы управления. Ранжирование бизнес-процессов таким способом позволяет получить наиболее объективное и достоверное значение интегрального показателя результативности системы управления, что способствует принятию рациональных управленческих решений.

Применение аппарата МАИ позволяет учесть в выборе всевозможные внутренние и внешние факторы, определить направления инновационной политики и представить процесс структурирования в виде целостной иерархии. При этом процессное управление обеспечивает возможность целенаправленно улучшать отдельные бизнес-процессы, бизнес-функции, бизнес-операции на основе согласованных усилий всех участников управленческого цикла.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Davenport, T.** Process innovation: reengineering work through information technology [Текст] / Т. Davenport. — Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 1993. — 337 p.
2. **Репин, В.В.** Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов [Текст] : [моногр.] / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. — М.: Стандарты и качество, 2004. — 404 с.
3. **Караулов, Н.Н.** К вопросу о показателях эффективности бизнес-процессов в управлении на основе процессного подхода [Текст] / Н.Н. Караулов, А.А. Миролюбов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Экономические науки». — 2009. — № 3 (79). — С. 181–186.
4. **Ременник, С.Я.** Оптимизация принимаемых решений при управлении бизнес-процессами на промышленном предприятии [Текст] / С.Я. Ременник, О.Г. Соколова // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Экономические науки». — 2009. — № 5 (85). — С. 301–307.
5. **Шельмин, Е.В.** Эффективная система на основе процессного подхода. Проблемы. Анализ. Решение [Текст] / Е.В. Шельмин. — М.: Вершина, 2007. — 224 с.
6. **Белов, А.В.** Построение математической модели системы анализа характеристик качества информационно-управляющих систем масштаба предприятия [Текст] / А.В. Белов, В.А. Смирнов // Качество. Инновации. Образование. — 2009. — № 4. — С. 37–42.
7. **Колос, Е.А.** Развитие современной модели вуза: мониторинг состояния и перспективы развития [Текст] : [моногр.] / Е.А. Колос, О.К. Денисова, Л.В. Левина. — Усть-Каменогорск, 2011. — 186 с.
8. **Принятие решений. Метод анализа иерархий** [Текст] : пер. с англ. / Т. Саати. — М.: Радио и связь, 1989. — 192 с.
9. **Андрейчиков, А.В.** Анализ, синтез, планирование решений в экономике [Текст] : учеб. пособие / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 359 с.
10. **Евланов, Л.Г.** Экспертные оценки в управлении [Текст] : учебник / Л.Г. Евланов, В.А. Кутузов. — М.: Экономика, 1978. — 129 с.
11. **Силкина, Г.Ю.** Теоретико-игровое моделирование взаимодействия субъектов в инновационной сфере [Текст] / Г.Ю. Силкина // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Экономические науки». — 2012. — № 2-1 (144). — С. 99–104.